



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
CAMPUS DE JI-PARANÁ**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EXPERIMENTO COM QUIABO – UM ESTUDO DE
CASO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICI - RO**

RODRIGO DE OLIVEIRA DA SILVA

**JI-PARANÁ – RO
2017**

RODRIGO DE OLIVEIRA DA SILVA

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EXPERIMENTO COM QUIABO – UM ESTUDO DE
CASO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICI – RO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Matemática e Estatística, da Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Estatística.

Orientadora: Msc. Vânia Corrêa Mota

Coorientadora: Érica Vieira Nogueira

**Ji-Paraná – RO
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

S586a Silva, Rodrigo de Oliveira.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE EXPERIMENTO COM QUIABO - UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICI - RO / Rodrigo de Oliveira Silva. -- Ji-Paraná, RO, 2017.

58 f. : il.

Orientador(a): Prof.^a Ma. Vânia Corrêa Mota

Coorientador(a): Prof.^a Érica Vieira Nogueira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Fundação Universidade Federal de Rondônia

1. *Abelmoschus esculentus*. 2. Experimento fatorial. 3. Análise de variância estatística (ANOVA). I. Mota, Vânia Corrêa. II. Título.

CDU 519.23



ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 18 (dezoito) dias do mês de julho de 2017, realizou-se na Sala Laboratório de Estatística 2, no Campus de Ji-Paraná, a Sessão de Apresentação e Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), com o título “ANALISE ESTATISTICA DE EXPERIMENTO COM QUIABO – UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICI – RO”, apresentado pelo acadêmico **Rodrigo de Oliveira da Silva**. Os trabalhos foram instalados às 16:00 horas pela presidente da Banca Examinadora **Érica Vieira Nogueira**, convidada para presidir os trabalhos na ausência da professora Msc. Vania Correa Mota. A banca constituída por: Prof.^a **Gr^a Elisângela Candeias Biazatti** (Universidade Federal de Rondônia - Departamento de Matemática e Estatística) membro, Prof.^a **Gr^a Érica Vieira Nogueira** (Universidade Federal de Rondônia - Departamento de Matemática e Estatística) coorientadora, Prof.^a **Gr^a Luana Lúcia Alves de Azevêdo** (Universidade Federal de Rondônia - Departamento de Matemática e Estatística) membro, e Prof.^a **Msc. Vania Corrêa Mota** (Universidade Federal de Rondônia - Departamento de Matemática e Estatística) sendo este o orientador do acadêmico, foi aprovada pelo Departamento de Matemática e Estatística. A Banca Examinadora, tendo decidido aceitar o Trabalho de Conclusão de Curso, após a apresentação passou à arguição pública do acadêmico. Encerrando os trabalhos de arguição às 16:55 horas. A Banca Examinadora deu parecer final **Aprovado**, com a nota 90 (noventa), resultado da média aritmética das notas individuais atribuídas pelos membros da Banca Examinadora. Proclamado o resultado final pelo presidente da Banca, foram encerrados os trabalhos. Para constar, lavrou-se a presente Ata, que é assinada pelos membros da Banca Examinadora e pelo acadêmico.

Ji-Paraná, 18 de Julho de 2017.

Gr^a Elisângela Candeias Biazatti
Prof.^a Membro da Banca

Gr^a Luana Lúcia Alves de Azevêdo
Prof.^a Membro da Banca

Gr^a Érica Vieira Nogueira
Prof.^a Coorientadora e Pres. da Banca

Msc. Vania Corrêa Mota
Prof.^a Membro da Banca e Orientadora

Rodrigo de Oliveira da Silva
Acadêmico

RODRIGO DE OLIVEIRA DA SILVA

**ANALISE ESTATISTICA DE EXPERIMENTO COM QUIABO – UM ESTUDO DE
CASO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICI – RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática e Estatística, da Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Estatística. Professora Orientadora: Mestre Vânia Corrêa Mota. Professora Coorientadora: Érica Vieira Nogueira.

Ji-Paraná____ de _____ de 2017

AVALIADORES

<hr/> Orientadora: Prof ^a . Msc. Vania Corrêa Mota	<hr/> Nota
<hr/> Coorientadora: Prof ^a Érica Vieira Nogueira	<hr/> Nota
<hr/> Professora Luana Lucia Azevedo	<hr/> Nota
<hr/> Professora Elisângela Candeias Biazatti	<hr/> Nota

Ji- Paraná
2017

DEDICATÓRIA

À Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele. A minha família, que sempre apoiaram com incentivo nesse meu trajeto com amor, carinho e amizade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre presente e por tudo que vem acontecendo na minha vida.

A Universidade Federal de Rondônia *campus* de Ji – Paraná, pela oportunidade de me proporcionar uma formação acadêmica.

Agradeço minha mãe Sandra, seu cuidado, dedicação e apoio nas horas difíceis.

Ao meu pai Joaquim, que me incentivou, sua presença me trouxe segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

Obrigado meus irmãos Jaci, Vanderlei, Anderson, Creidiane que me deram muito incentivo e amor e a irmã Diane “In Memoriam” que me deu muito apoio no início da graduação, infelizmente não está mais entre nós.

A minha sobrinha Geovana e meu sobrinho Christopher meus melhores preciosos presentes.

À minha orientadora professora Msc. Vânia Mota, pelas suas correções e incentivos, apoio e paciência e por ser uma excelente professora.

Agradeço a minha coorientadora Érica Nogueira que me ajudou nesta etapa final.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento na formação profissional.

Ao meu amigo de graduação José Ailton, pela amizade e companheirismo do curso, obrigado pelo seu apoio, incentivo e força durante essa jornada.

Ao meu amigo Esp. Matemático Rafael Luís, pela amizade e pelas conversas, me incentivou nesta conclusão de curso.

Ao Msc. Engº Agrônomo Joao Paulo Quaresma, que me ajudou no experimento, me forneceu os livros de experimentação agrícola.

Meus agradecimentos aos meus amigos e colegas que de alguma forma direta e indireta me contribuíram nessa minha formação acadêmica.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Temperatura pluviométrica e precipitação durante o ano de 2015.	34
Figura 2. Área utilizada para conduzir o experimento.	35
Figura 3. Obtenção dos pesos de cada dose de nitrogênio. Presidente Médici – RO, 2015.....	36
Figura 4. Aplicação das doses de nitrogênio nas plantas.	36
Figura 5. Ilustração da coleta do comprimento dos frutos do quiabeiro.	39
Figura 6. Boxplot dos tratamentos do quiabo.....	42
Figura 7. Gráfico do teste de normalidade Shapiro – Wilk.	43
Figura 8. Teste Bartlett de homogeneidade de variâncias.	44
Figura 9. Comprimento médio dos frutos em função de doses de N na presença e ausência de esterco bovino.....	55

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1-Valores observados no experimento.....	22
Tabela 2-Análise de variância (Anova).	23
Tabela 3-Valores observados no experimento.....	24
Tabela 4 – Analise de variância do experimento.....	25
Tabela 5 - Valores observados no experimento.....	27
Tabela 6 - análise de variância (anova).	27
Tabela 7 - Descrição dos tratamentos usados no experimento.....	37
Tabela 8 - Croqui do delineamento em blocos casualizado no esquema fatorial.....	38
Tabela 9 - Analise de solo da área de estudo.....	38
Tabela 10 - Dados de comprimento de quiabo em cm.	41
Tabela 11 - Analise de variância para o comprimento médio de frutos em função de doses de N na presença e na ausência de esterco bovino.	45
Tabela 12 - Procedimento do desdobramento dos 9 graus de liberdade dos tratamentos para estudar os fatores do efeito 01 níveis de nitrogênio – 5 níveis e efeito 01 níveis esterco – 2 níveis esterco.	45
Tabela 13 - Analise de variância do desdobramento dos efeitos dos fatores.	46
Tabela 14 - Tratamento com N0 com sem esterco.	47
Tabela 15 -, Tratamento nível N60 com e sem esterco.	47
Tabela 16 - Tratamento nível N120 com e sem esterco.	48
Tabela 17 - Tratamento nível N180 com e sem esterco.	48
Tabela 18 - Tratamento nível N240 com e sem esterco.	49
Tabela 19 -, Tratamento (sem) esterco N60 nos níveis nitrogênio.....	49
Tabela 20 - Tratamento (com) esterco nos níveis de nitrogênio.	49
Tabela 21 - Analise de variância do desdobramento.....	50
Tabela 22 -, Médias do tratamento.	51
Tabela 23 - Médias em ordem decrescente.	51
Tabela 24 - Medias do tratamento.	52
Tabela 25 - Media em ordem decrescente.....	52
Tabela 26 - Medias seguidas de mesma letra na coluna não	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Características do quiabo (<i>Abelmoschus esculentus</i> L)	15
2.2 Nutrição e adubação do quiabeiro	15
2.3 Experimentação agrícola	16
2.4 Princípios básicos da experimentação	16
2.4.1 O princípio da repetição	17
2.4.2 Casualização	17
2.4.3 O princípio do controle local	18
2.4.4 Hipóteses básicas para a validade da análise de variância	18
2.5.1 Delineamento inteiramente casualizado – DIC	21
2.5.2 Modelo matemático do delineamento	21
2.5.3 Obtenção da análise de variância	21
2.6 Delineamento em blocos casualizados – DBC	23
2.6.1 Modelo matemático do delineamento	24
2.6.2 Obtenção da análise de variância	24
2.7 Experimento em quadrado latino – DQL	25
2.7.1 Modelo matemático do delineamento DQL	26
2.7.2 Obtenção da análise de variância	27
2.8 Experimento fatorial	28
2.8.1 Tipos de fatoriais	29
2.9 Teste F	30
3. O teste de Tukey	31
4. MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Local do experimento	33
4.2 Delineamento experimental	34
4.3 Condução da pesquisa	38
4.4 Característica avaliada	39
4.4.1 Comprimento de frutos	39

4.5	Análises estatísticas.....	39
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
6.	CONCLUSÕES.....	57
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

RESUMO

SILVA, Rodrigo de Oliveira da. **Análise estatística de experimento com quiabo – um estudo de caso no município de Presidente Médici – RO**, 2017. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso em Estatística. Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Matemática e Estatística, 2017.

O quiabeiro é originário da África, sendo cultivado popularmente em regiões de clima tropical e subtropical e não exige o uso de grande tecnologia para seu cultivo. O Estado de Rondônia, apresenta o clima quente praticamente o ano todo. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo apresentar um estudo de caso para o cultivo de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), que possa ser viável para a agricultura familiar de produtores de Presidente Médici-RO, levando em consideração a importância do planejamento experimental e da análise de variância estatística (ANOVA). O experimento foi realizado na Chácara Oliveira localizado a 10 km de Presidente Médici sentido Porto Velho, às margens da BR 364 no Km 22 Bandeira Branca. Está localizado na Mesorregião Leste do estado de Rondônia, distante 346 km da capital Porto Velho, o município está situado a 11°10'33" Sul e 61°54'03" Oeste, e altitude de 185 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (5 x 2), com os fatores em função da adubação com ureia nas doses (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) de N e na dose de 20t ha⁻¹ de esterco bovino (presença e ausência), foram utilizadas as sementes da variedade do quiabeiro, o santa cruz. A característica avaliada foi o comprimento do fruto. No uso de esterco bovino e adubação nitrogenada obtiveram com maior comprimento de fruto o tratamento nas doses de N 60kg ha⁻¹ com a presença de esterco bovino com 15, 825 cm, nas doses de N0 kg ha⁻¹ com ausência de esterco obtiveram menor comprimento de fruto. O tratamento nas doses de 60 kg ha⁻¹ de N fertilizante de ureia com esterco bovino apresentou diferença significativa, tornando-se viável na economia para o produtor sem que precise utilizar doses elevadas de nitrogênio.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*, Experimento fatorial, análise de variância estatística (ANOVA)

ABSTRACT

SILVA, Rodrigo de Oliveira da. **Statistical analysis of experiment with Okra-a case study in the city of Presidente Médici-RO**, 2017. 58 p. completion of Course Work in statistics. Fundação Universidade Federal de Rondônia. Department of mathematics and statistics, 2017.

The okra is originally from Africa, being popularly grown in tropical and subtropical climates and does not require the use of high technology for your cultivation. The State of Rondônia, presents the warm weather virtually all year. Given this, the present work had as objective to present a case study to grow okra (*Abelmoschus esculentus* L.), that can be viable for family agriculture producers of President Médici-RO, taking into consideration the importance of experimental planning and statistical analysis of variance (ANOVA). The experiment was accomplished in Farm located 10 km from Oliveira President Médici sense Porto Velho, on the banks of the BR 364 at Km 22 white flag. It is located in the East Region of the State of Rondônia, 346 km from Porto Velho, the municipality is located at 11° 10 ' 33 "South and 61° 03 ' 54" West, and the 185 m altitude. The experimental design was randomized blocks (DBC), with four repetitions, with treatments distributed in factorial scheme (5 x 2), with the factors depending on the fertilization with urea in doses (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹) of N and at a dose of 20t ha⁻¹ of cow manure (presence and absence), were used the seeds of the variety of okra , the santa cruz. The feature was evaluated the length of the fruit. The use of cow manure and nitrogen fertilization obtained with longer length of fruit treatment in doses of 60 kg N ha⁻¹ with the presence of cow manure with 15, 825 cm, in doses of N0 kg ha⁻¹ with absence of manure achieved less fruit length. In treatment doses of 60 kg ha⁻¹ of N urea fertilizer with cow manure presented significant difference, becoming viable economy for the producer without need to use high doses of nitrogen.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*, Factorial experiment, statistical analysis of variance (ANOVA)

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro é originário da África, sendo cultivado popularmente em regiões de clima tropical e subtropical e não exige o uso de grande tecnologia para seu cultivo. É considerado uma cultura importante, por apresentar o custo economicamente viável e por ser uma hortaliça rústica e resistente a regiões de clima quente (OLIVEIRA et al., 2003).

O Brasil é considerado um país de condições climáticas favoráveis para o cultivo da grande maioria das plantas, inclusive, o quiabeiro (*Albelmoschusesculentus*L.) tendo este, grande importância econômica, principalmente para os pequenos agricultores em regiões de clima quente, pois nessas regiões o mesmo pode ser cultivado o ano todo (MOTA et al., 2000). No estado da Paraíba, por exemplo é uma hortaliça tradicional, sendo seu valor comercial, dentre outros, relacionado com o comprimento dos frutos (FILGUEIRA, 2000). O Estado de São Paulo se destacou como o maior produtor desta hortaliça, durante o ano de 2007 (GUIRRA, 2005; INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2008).

O Estado de Rondônia, apresenta o clima quente praticamente o ano todo, e segundo Brito et. al., (2012) tem um grande potencial para a produção de varias espécies de hortaliças, tais como o quiabeiro. O autor acrescenta que esta prática seja pouco difundida no estado, e não atende às necessidades do mercado local. Desse modo visa-se a importância da prática da agricultura familiar, incentivando em sua maioria a uma prática de subsistência, e em alguns casos para a comercialização regional.

O quiabeiro apresentou crescente produtividade quando cultivada por pequenos agricultores e com grande demanda no mercado pelo consumidor, devido sua facilidade de cultivo e manutenção (RIBAS et al., 2002; GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008). Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso para o cultivo de quiabo (*Albelmoschusesculentus*L.), que possa ser viável para a agricultura familiar de produtores de Presidente Médici-RO, levando em consideração a importância do planejamento experimental e da análise de variância estatística (ANOVA).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L)

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), pertence à família botânica Malvacea possuindo algumas características peculiares uma vez que seu fruto, uma capsula de cor verde cheia de sementes brancas, apresenta ciclo vegetativo curto e resistente às pragas (LANA et al., 2012; MOTA et al., 2000).

Existe vários cultivares de quiabo no Brasil, os principais são Amarelinho, Valência, Campinas II e Santa Cruz 47 (FILGUEIRA, 2008). A cultivar Santa Cruz 47 é a mais utilizada pelos produtores no Brasil, e se caracteriza por ser uma planta mais resistente à podridão úmida dos frutos. É vigorosa, com menor teor de fibra e os frutos são de coloração verde clara. O quiabo, por ser constituído por 89,9% de água do total do seu peso fresco, é consumido em forma de *in natura* (CARNELOSSI et al., 2005).

2.2 Nutrição e adubação do quiabeiro

A adubação orgânica de origem vegetal e animal é um meio viável que pode ser substituído por adubação química e se torna um custo mais acessível para os pequenos e médios produtores de hortaliças (PIRES et al., 2008). Para que tenha mais rentabilidade na produção de hortaliças pode-se utilizar o esterco bovino em solos mais pobres como fonte de matéria orgânica. Essa fonte de matéria orgânica pode ser utilizada no plantio de quiabo quando o solo apresenta insuficiência desta.

Conforme Filgueira (2008), na produção de hortaliças tem-se analisado o desenvolvimento tanto na produtividade como em qualidade dos produtos com os efeitos da utilização da adubação orgânica.

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2008). O nitrogênio é necessário para o desenvolvimento da planta, o fornecimento da adubação mineral ajuda na capacidade de suprimento do solo, a falta de nitrogênio dificulta no crescimento da planta significando que não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para levar o processo das funções essenciais como absorção de nutrientes. No entanto, o uso inadequado, ou seja, altas doses de nitrogênio afeta a qualidade da produção, aumenta o crescimento vegetativo, e reduz a formação dos frutos (LOPES, 1998; MALAVOLTA, 1990).

2.3 Experimentação agrícola

A experimentação agrícola tem por finalidade o estudo dos experimentos agrícolas: planejar, medir, comparar, executar, analisar e interpretar os resultados adquiridos. De acordo com Duarte (1996) a experimentação tem como objetivo testar alternativas, que nesse caso e chamado de tratamentos, que podem representar variações de um único fator ou combinações de níveis de fatores (VIEIRA, 2006; BANZATTO E KRONKA, 2006), com o intuito de identificar entre elas aquelas de maior retorno agrônomo, biológico e até mesmo econômico. Porém ao aplicar tais alternativas as unidades experimentais, surge o erro experimental, que dificulta a identificação dos melhores tratamentos.

As variações aleatórias também denominada de erro experimental, são oriundas de heterogeneidade ambiental não prevista pelo experimentador, tais como pequenas variações na fertilidade do solo de uma parcela para outra, na umidade, maior disponibilidade de sol, na profundidade de semeadura, no teor de germinação das sementes, enfim são todos os fatores não controláveis pelo pesquisador (BARBIN, 2003; DUARTE, 1996;).

O pesquisador tem como objetivo diminuir a variação ao acaso, ou seja, diminuir a dispersão dos dados ao redor da média. Dessa forma, para realizar um experimento, deve estabelecer determinados princípios básicos no qual se faz comparação dos efeitos dos tratamentos que se refere ao ensaio experimental (BANZATTO E KRONKA, 2006).

2.4 Princípios básicos da experimentação

Para se realizar um experimento, é preciso inicialmente fazer um planejamento. Em pesquisas experimentais a forma de realizar a pesquisa pode variar de um experimento para outro. Depende dos tipos de variações a serem investigadas, do número de repetições do experimento, à instalação e condução, tamanho das parcelas, aplicações dos testes de hipótese, e às interpretações dos resultados, etc., essas variações se referem aos princípios básicos da experimentação (FERREIRA, 2006).

Conforme Vieira (1999) a parcela é a unidade de área utilizada no experimento que vai receber o tratamento, dependendo do experimento a parcela pode ser uma faixa de terra, um animal, um vaso, etc. O termo tratamento é utilizado para designar o método que desejamos medir ou comparar em um experimento, tais como fertilizante, adubação para cultura de

quiabo, etc. Em experimentos para provar suas hipóteses, deve ser utilizado alguns princípios básicos. Os princípios são: repetição, casualização e controle local.

Maiores informações sobre os princípios da experimentação podem ser vistos em livros textos especializados (GOMES & GOMES, 1984; BANZATTO & KRONKA, 1989; BARBIN, 2003; VIEIRA, 2006; ENTRE OUTROS). Nesse trabalho serão descritos apenas uma breve revisão, como pré requisito para apresentar o estudo de caso proposto.

2.4.1 O princípio da repetição

A repetição corresponde ao número de vezes que o tratamento aparece no experimento, a quantidade de repetições depende de alguns fatores, destacam-se: número de tratamento em estudo; recursos de pessoal (mão de obra disponível), recursos financeiros e equipamentos (FERREIRA, 2000). Tem por finalidade proporcionar a obtenção de uma estimativa do erro experimental (BANZATTO E KRONKA, 2006; FERREIRA, 2000), bem como aumentar a precisão das estimativas e aumentar o poder dos testes estatísticos (FERREIRA, 2000).

De acordo com Vieira (2006), o número de repetições que devem ser utilizados no experimento, dependerá do conhecimento da variabilidade (medida pela variância) do material experimental. Quanto mais homogêneo for o material, menor é o numero de repetições para mostrar, o efeito de um tratamento.

Quanto maior o número de repetições mais precisas serão tais estimativas. Uma regra prática e utilizada por pesquisadores para definir o número de repetições de um experimento e não se usar um número total de parcelas inferior a vinte e nem um número de graus de liberdade inferior a dez para o resíduo, e quando se testa um número elevado de tratamentos, é possível o uso de poucas repetições (duas a quatro) (DUARTE, 1996).

2.4.2 Casualização

Consiste em formar grupo iguais em que o tratamento seja sorteado afim de que tenha a mesma probabilidade de serem designados nas unidades experimentais, ou seja, tratamentos são distribuídos aleatoriamente nas parcelas, para evitar que nenhum tratamento seja favorecido, sistematicamente por fatores externos (BANZATTO E KRONKA,2006). A casualização permite obter uma estimativa válida do erro experimental. A casualização foi

desenvolvida por Fisher na década de 1920. Vinte anos mais tarde essa técnica foi agregada à experimentação agrícola, pesquisas médicas e nas áreas industriais (VIEIRA,1999).

A casualização ou aleatorização retira toda a influência consciente ou inconsciente que o experimentador possa ter na distribuição dos tratamentos nas parcelas (DUARTE, 1996). Na prática simplesmente pode ser realizado um sorteio por meio de papéis numerados ou tabelas de números aleatórios.

2.4.3 O princípio do controle local

Utilização deste princípio não é de uso obrigatório, a finalidade do controle local (blocagem). A blocagem só se justifica quando as parcelas a constituírem o experimento forem heterogêneas entre si.

Algumas observações se fazem necessárias segundo Ferreira (2006):

- Ao conduzir o experimento o ambiente é homogêneo dispensa a aplicação dos blocos, quanto à dúvida à homogeneidade recomenda-se a sua utilização.
- Os blocos não contêm todos os tratamentos nesse caso são denominados de blocos incompletos.
- Os tratamentos aparecem só uma única vez dentro dos blocos, em certo caso, os blocos são formados mais de uma repetição dos tratamentos.
- Devido a variação dos blocos deve ser menor, ou seja, entre blocos não importa que seja grande ou pequena.

O controle local é usado para diminuir o erro experimental, para melhorar a precisão de um experimento onde os agrupamentos das parcelas em blocos podem ser tipo de solo, localização geográfica entre outros (GOMES, 1987). Dessa forma, o agrupamento é realizado de maneira a maximizar a variação entre blocos, deixando o mínimo de variação entre as parcelas dentro de cada bloco (DUARTE, 1996).

2.4.4 Hipóteses básicas para a validade da análise de variância

De acordo com Banzatto e Kronka (2006); Vieira (2006), para obter a análise de variância deve-se aceitar algumas hipóteses básicas que são:

- Aditividade: para os efeitos dos fatores.

- Independência: os erros ou desvios e_{ij} devidos ao efeito dos fatores não controlados na parcela.
- Homogeneidade de variâncias: os erros ou desvios e_{ij} devidos aos efeitos dos fatores não controlados devem possuir uma variância comum σ^2 . Pois a repetição de um tratamento deve ser semelhante aos outros tratamentos.

Existem vários tipos de teste para a verificação da homogeneidade da variância, como o teste de Cochran, o teste de Bartlett, o teste de Levene e o teste de Hartley ou teste da razão máxima ou ainda teste do F máximo, sendo o teste de Bartlett o mais usado.

- Normalidade: os erros ou desvios e_{ij} devidos aos efeitos dos fatores não controlados devem possuir uma distribuição normal de probabilidade. Para isso aplicam-se os testes de aderência, os testes mais conhecidos são:
 1. Teste de χ^2 ;
 2. Teste de Komogorov-Smirnov;
 3. Teste de Shapiro-Wilks.

2.5 Planejamento Experimental

Como já citando anteriormente antes de iniciar um experimento deve-se realizar um planejamento. Vale ressaltar que as principais fases da experimentação são: planejamento, execução, análise dos dados e interpretação dos resultados. Com pode ser observado planejamento vem em primeiro lugar. Mas o que significa planejar e planejamento.

Planejar: de acordo com o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2008) significa:

1. Fazer um plano de = PROJETAR;
2. Definir antecipadamente um conjunto de ações ou intenções = PROGRAMAR;
3. Ter algo como intenção = PROJETAR, TENCIONAR.

Planejamento: o mesmo Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2008); define como:

1. Ato ou efeito de planejar.
2. Plano de trabalho pormenorizado.
3. Serviço de preparação do trabalho ou das tarefas.

Como pode ser analisado significa elaborar um plano de trabalho detalhado, projetando o que será feito, o passo a passo do seu experimento. Dessa forma, na etapa de planejamento do experimento devemos definir alguns requisitos básicos:

- a) Quais as características ou variáveis que serão analisadas?

Por exemplo, peso dos frutos da parcela útil; peso dos frutos comerciais de quiabo; Nº de frutos por planta; comprimento do quiabo, entre outros.

b) Quais os fatores que afetam essas características?

Por exemplo: Variedades/Híbridos a ser estudada; densidade de plantio; o sistema de irrigação utilizado, entre outros.

c) Quais destes fatores serão estudados no experimento?

Em experimentos simples, apenas um fator ou tratamento pode ser estudado de cada vez, os demais permanecem constantes. Em experimentos mais complexos, mais de um fator pode ser estudado.

d) Como será constituída a unidade experimental?

A unidade experimental ou parcela será constituída por exemplo por 36 plantas, formada por quatro linhas, cada linha contendo nove plantas, o espaçamento entre linhas é de 1,5 m e entre plantas de 0,30m. A parcela útil é formada pelas quatorze plantas centrais.

e) Quantas repetições deverão ser utilizadas? (Ver item 2.4.1)

f) Como serão analisados os dados obtidos no experimento?

O pesquisador respondendo essas perguntas já pode dar início ao experimento. Tais recomendações remete à importância da escolha apropriada do delineamento experimental.

Segundo Duarte (1996) o termo delineamento experimental (*experimental desing* em inglês e *diseño experimental* em espanhol) pode ser definido como o desenho básico em que o experimento é montado/instalado. Vieira (2006) conceitua delineamento como a forma como as unidades experimentais são arrançadas. Existem vários modelos de delineamentos, os mais simples e conhecidos são: delineamento inteiramente casualizado, delineamento em blocos casualizados e delineamento em quadrado latino (BARBIN, 2003; VIERA, 2006; BANZATO E KRONKA, 2006). Como delineamentos mais complexos podemos citar os hierárquicos, também chamados de aninhados e os delineamentos em parcelas subdivididas (VIERA, 2006).

O delineamento experimental ideal depende dos fatores que serão estudados (c), caso decida investigar as variações de um só fator de tratamento este é chamado de experimentos unifatoriais e as combinações dos níveis de dois ou mais destes fatores são denominados experimentos fatoriais ou ensaios fatoriais (DUARTE, 1996; VIEIRA, 2006). Este trabalho apresenta uma revisão dos delineamentos mais simples, e do ensaio fatorial, que são os mais usados.

2.5.1 Delineamento inteiramente casualizado – DIC

O delineamento inteiramente casualizado ou delineamento inteiramente ao acaso (DIC) como é conhecido é bastante simples de ser instalado. Para a instalação desse experimento devemos ter certeza da homogeneidade e das condições ambientais (BANZATTO E KRONKA, 2006). Segue algumas características:

- a) Utiliza-se somente os princípios da repetição e da casualização.
- b) Os tratamentos são atribuídos às parcelas do delineamento inteiramente ao acaso, com números iguais ou diferentes de repetições de tratamentos.

Ferreira (2006) propôs as seguintes vantagens relevantes em relação a descrição aos outros delineamentos: qualquer número de tratamentos ou de repetições pode ser usado; os números de repetições podem variar de um tratamento para o outro; a análise estatística é mais simples e os números de graus de liberdade para os resíduos é maior possível.

Além das vantagens o delineamento apresenta as seguintes desvantagens, exige homogeneidade total das condições experimentais e conduz a estimativas elevadas do erro experimental.

2.5.2 Modelo matemático do delineamento

Para efetuar a análise de variância primeiramente devemos possuir um modelo matemático, que implica algumas hipóteses básicas para validade da análise de variância (BANZATTO E KRONKA, 2006). O modelo DIC é dado por:

$$x_{ij} = m + t_i + e_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, I; j = 1, 2, 3, \dots, J \quad (1)$$

em que:

x_{ij} é valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

m é a média da população;

t_i é o efeito do tratamento i aplicado na parcela;

e_{ij} é o efeito dos fatores não controlados na parcela.

2.5.3 Obtenção da análise de variância

Consideremos um experimento inteiramente casualizado com I tratamentos e J repetições de acordo com a tabela 1.

Tabela 1-Valores observados no experimento.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES						TOTAIS
	1	2	...	J	...	J	
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1J}	$\sum_{j=1}^J x_{1j} = T_1$
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2J}	$\sum_{j=1}^J x_{2j} = T_2$
...
I	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{iJ}	$\sum_{j=1}^J x_{ij} = T_i$
...
I	x_{I1}	x_{I2}	...	x_{Ij}	...	x_{IJ}	$\sum_{j=1}^J x_{Ij} = T_I$
							$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} = G$

$$c = \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij})^2}{IJ} = \frac{G^2}{IJ} \quad (2)$$

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}^2 - C \quad (3)$$

$$SQ_{Tratamento} = \frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T_i^2 - C \quad (4)$$

$$SQ_{Residuo} = SQ_{Total} - SQ_{Tratamento} \quad (5)$$

Calculadas as somas de quadrados, podemos montar o quadro de análise de variância do experimento conforme a tabela 2.

Tabela 2-Análise de variância (Anova).

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamentos	I-1	$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T_i^2 - C$	$\frac{S. Q \text{ Tratamentos}}{I - 1}$	$\frac{Q. M \text{ Tratamentos}}{Q. M \text{ Resíduo}}$
Resíduo	I(J-1)	Diferença	$\frac{S. Q \text{ Resíduo}}{I(J - 1)}$	-
Total	IJ-1	$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}^2 - C$	-	-

2.6 Delineamento em blocos casualizados – DBC

O delineamento em blocos casualizados (DBC) é também chamado de delineamento em blocos completos casualizados, leva em consideração os três princípios básicos da experimentação: repetição, casualização e controle local. Porém, o controle local é usado na sua forma mais simples que são representados por blocos, sendo que todos tratamentos são distribuídos nas parcelas aleatoriamente dentro de cada bloco (FERREIRA, 2006).

O delineamento DBC é mais utilizado que o DIC devido sua flexibilidade, alta precisão e quando se tem dúvida sobre a homogeneidade dos dados, ou seja, são heterogêneos (FERREIRA, 2006; VIEIRA, 1999).

Ferreira (2006), afirma que o delineamento em blocos casualizados tem as seguintes vantagens em relação aos outros delineamentos:

- A perda total de um ou mais blocos ou de um ou mais tratamentos em nada dificulta a análise estatística.
- Esse experimento conduz a estimativas menos elevadas do erro experimental.
- O experimento permite utilizar qualquer número de tratamentos, e de blocos apresentando uma certa flexibilidade.
- Controla-se a heterogeneidade do ambiente onde o experimento será conduzido devido usar o princípio do controle local.
- Apresenta-se um número razoável de graus de liberdade para os resíduos.

Apesar de algumas vantagens também apresenta certas desvantagens em relação aos outros delineamentos (FERREIRA, 2006):

- Exige que o quadro auxiliar da análise da variância esteja completo para poder efetuar a análise estatística.

- O princípio do controle local é usado com pouca precisão.
- Há uma redução do número de graus de liberdade para o resíduo, pela utilização do princípio do controle local.

2.6.1 Modelo matemático do delineamento

O modelo do delineamento em blocos casualizados é dado por:

$$X_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, I; j = 1, 2, 3, \dots, J; \quad (6)$$

em que:

X_{ij} é o valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

m é a média da população;

t_i é o efeito do tratamento i aplicado na parcela;

b_j é o efeito do bloco j , em que se controla a parcela;

e_{ij} é o efeito dos fatores não controlados na parcela.

2.6.2 Obtenção da análise de variância

Consideremos um experimento em blocos casualizados com I tratamentos e J blocos de acordo com a tabela 3.

Tabela 3-Valores observados no experimento.

TRATAMENTOS	BLOCOS						TOTAIS
	1	2	...	j	...	J	
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1J}	T_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2J}	T_2
...
I	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{iJ}	T_i
...
I	x_{I1}	x_{I2}	...	x_{Ij}	...	x_{IJ}	T_I
TOTAIS	B_1	B_2	...	B_j	...	B_J	G

Em que:

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}^2 - C_{comC} = \frac{G^2}{IJ} \quad (7)$$

$$SQ_{Tratameto} = \frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T_i^2 - C \quad (8)$$

$$SQ_{Blocos} = \frac{1}{I} \sum_{j=1}^J B_j^2 - C \quad (9)$$

$$SQ_{Residuo} = SQ_{Total} - SQ_{Tratamentos} - SQ_{Blocos} \quad (10)$$

Calculadas as somas de quadrados, podemos montar o quadro de análise de variância do experimento na tabela 4.

Tabela 4 – Análise de variância do experimento.

CAUSA DA VARIACÃO	G.L	S.Q	Q.M	F
Tratamentos	I-1	$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T_i^2 - C$	$\frac{S. Q. Tratamentos}{I - 1}$	$\frac{Q. M. Tratamentos}{Q. M. Resíduo}$
Blocos	J-1	$\frac{1}{I} \sum_{j=1}^J B_j^2 - C$	$\frac{S. Q. Blocos}{J - 1}$	$\frac{Q. M. Blocos}{Q. M. Resíduo}$
Resíduo	(I-1)(J-1)	Diferença	$\frac{S. Q. Resíduo}{(I - 1)(J - 1)}$	-
Total	IJ-1	$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}^2 - C$	-	-

2.7 Experimento em quadrado latino – DQL

Apesar de sua eficiência, constitui-se no delineamento estatístico menos utilizado, por ter uma flexibilidade muito menor que os outros, ou seja, ele exige que o número de tratamentos seja igual ao número de repetições. Devido a isso, geralmente não se usam quadrados latinos com frequência (FERREIRA, 2006).

O controle local é mais eficiente que no experimento em blocos casualizados, pois controla-se a heterogeneidade do ambiente tanto na horizontal como na vertical, ou seja, os

blocos são organizados de duas maneiras diferentes: uns constituindo as linhas; outros, as colunas (GOMES, 1990).

Quanto à casualização, nesse experimento, os tratamentos são distribuídos nos blocos de tal forma que cada um apareça uma só vez em cada linha e em cada coluna (FERREIRA, 2006; GOMES, 1987).

Ferreira (2006) afirma que esse experimento apresenta certas vantagens em relação aos outros delineamentos, tais como, controla a heterogeneidade do ambiente onde o experimento era conduzido e conduz a estimativas menos elevadas do erro experimental.

Gomes (1987) menciona que apesar dessas vantagens o experimento quadrado latino apresenta as seguintes desvantagens tais como:

- A análise estatística é mais demorada;
- O experimento exige que os blocos fiquem num mesmo local da área experimental;
- O experimento exige que o número de tratamentos seja igual ao número de repetições;
- Apresenta-se um número menor de graus de liberdade para o resíduo;
- Exige-se que o quadro auxiliar da análise da variância esteja completo para poder efetuar a análise estatística;
- Há uma redução do número de graus de liberdade para o resíduo, pela utilização do princípio do controle local.

2.7.1 Modelo matemático do delineamento DQL

Assim como os delineamentos DIC e DBC o quadrado latino também possui um modelo matemático descrito por:

$$X_{ij(k)} = m + l_i + c_j + t_k + e_{ij(k)} \quad (11)$$

em que,

$X_{ij(k)}$ é o valor observado para a variável em estudo referente ao k -ésimo tratamento, na i -ésima linha e na j -ésima coluna;

m é média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

l_i é o efeito da linha i ;

c_j é o efeito da coluna j ;

t_k é o efeito do tratamento k ;

$e_{ij(k)}$ é o erro experimental.

2.7.2 Obtenção da análise de variância

Consideremos um experimento em quadrado latino de acordo com a tabela 5.

Tabela 5 - Valores observados no experimento.

	C_1	C_2	C_3	C_4
L_1	T_1	T_2	T_3	T_4
L_2	T_2	T_3	T_4	T_1
L_3	T_3	T_4	T_1	T_2
L_4	T_4	T_1	T_2	T_3

Consideremos a análise de variância do quadrado latino na tabela 6.

Tabela 6 - análise de variância (anova).

FV	GL	SQ	QM	F
Linhas	I-1	SQ_{Lin}	QM_{Lin}	$\frac{QM_{Lin}}{QM_{Resíduo}}$
Colunas	I-1	SQ_{Col}	QM_{Col}	$\frac{QM_{Col}}{QM_{Resíduo}}$
Tratamento	I-1	SQ_{Trat}	QM_{Trat}	$\frac{QM_{Trat}}{QM_{Resíduo}}$
Resíduos	$(I-1)(I-2)$	SQ_{Res}	QM_{Res}	
Total	$I^2 - 1$	SQ_{Total}		

2.8 Experimento fatorial

Experimentos fatoriais são aqueles que incluem várias combinações, nos quais são estudadas, ao mesmo tempo, entre dois ou mais grupo de tratamentos ou fatores (GOMES, 1990). No experimento fatorial, são definidas duas categorias: fator e nível. Fator é qualquer tipo de tratamento estudado, nível é cada subdivisão de um fator, e os tratamentos nos experimentos fatoriais consistem em combinar todos os possíveis fatores nos seus diferentes níveis (FERREIRA, 2006).

De acordo com Banzatto e Kronka (2006), o experimento fatorial apresenta as principais vantagens em relação aos experimentos simples.

- Com um único experimento, dois ou mais fatores pode-se estudar o efeitos simples e principais dos fatores ao mesmo tempo e os efeitos das interações entre eles.
- No cálculo dos efeitos principais dos fatores e dos efeitos das interações todas as parcelas são utilizadas, razão pela qual o número de repetição, para o cálculo das medias dos níveis dos fatores, é elevado.

Apesar de suas vantagens o experimento fatorial apresenta as seguintes desvantagens (BANZATTO E KRONKA, 2006):

- Os tratamentos são constituídos por todas as combinações possíveis entre os níveis dos fatores, o número de tratamentos ou combinações aumenta rapidamente, e devido à exigência de homogeneidade dentro de cada bloco, não podemos utilizar em blocos casualizados, isso leva a utilizar a técnica do confundimento e, utilizar os blocos incompletos equilibrados, o que leva a complicações na análise estatística.
- A análise estatística é mais trabalhosa do que nos experimentos simples, a medida que aumenta o número de fatores e de níveis leva a dificuldade da interpretação dos resultados do experimento.

Uns dos ensaios mais simples são estudados dois fatores sendo p níveis e o outro com q níveis.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + b_k + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, \dots, p; j = 1, 2, 3, \dots, q; \quad (12)$$

μ : representa uma constante comum a todas as observações;

α_i : é o efeito do nível i do fator A;

β_j : é o efeito do nível j do fator B;

$\alpha\beta_{ij}$: é o efeito da interação entre A e B;

b_k : é o efeito do bloco k;

ε_{ijk} : é o erro experimental em cada parcela.

2.8.1 Tipos de fatoriais

Segundo Banzatto E Kronka (2006), existem outros principais modelos fatoriais que são utilizados:

- Fatoriais Cruzados ou simplesmente Fatoriais – incluem experimentos que os tratamentos são provenientes de dois ou mais fatores, os tratamentos são sorteados nas parcelas de cada repetição;
- Fatoriais com Parcelas Divididas – são utilizados quando num mesmo ensaio queremos testar dois ou mais fatores, um dos fatores é sorteado em cada repetição formando as parcelas e o outro sorteado em cada parcela, formando as subparcelas;
- Fatoriais com Hierarquizados ou Ensaios Hierárquicos – os níveis de um fator não são os mesmos em cada nível do outro fator, embora sejam similares. Comparam-se os fatores que variam dentro de outros fatores. Os experimentos hierárquicos são também chamados de ramificados Vieira (2006).

Segundo Duarte (1996), em função de necessidades específicas, muitas variações podem surgir a partir destes esquemas experimentais, tais como:

- Parcelas subdivididas com Fatoriais nas Parcelas e/ou nas subparcelas;
- Parcelas sub-subdivididas;
- Fatoriais com tratamentos Adicionais;
- Ensaios em faixa;
- Ensaios Hierarquizados com Fatores Cruzados.

2.9 Teste F

De acordo com Banzatto e Kronka (2006), o teste F foi obtido por Snedecor, tem por finalidade comparar estimativas de variâncias, ou seja, a variância de tratamentos com a variância do erro experimental. As estimativas da variância são dadas pelos quadrados médios, assim num experimento teremos duas estimativas de variâncias: uma devida aos efeitos de tratamentos (Q. M. Tratamentos) e outra devida aos efeitos dos fatores não controlados ou acaso (Q. M. Resíduos). Quando se aplica o teste F na análise de variância, testam-se os tratamentos nas seguintes hipóteses H_0 e H_1 que pode ser representado por:

$$H_0: \sigma_T^2 = 0 \quad \text{e} \quad H_1: \sigma_T^2 \neq 0$$

A estatística de teste F é dada pela seguinte equação:

$$F_{TRAT} = \frac{Q.M.Tratamentos}{Q.M.Resíduo} \quad (13)$$

$$F_{BLOCOS} = \frac{Q.M.Blocos}{Q.M.Resíduo} \quad (14)$$

De acordo com Banzatto e Kronka (2006), podemos rejeitar a hipótese de nulidade (H_0) quando $F_{calculado} \geq F_{tabelado}$, e concluir que tem efeitos diferentes nos tratamentos. E não rejeita se a hipótese de nulidade (H_0) quando $F_{calculado} \leq F_{tabelado}$ conclui que não houve diferença nos tratamentos.

A análise de variância dá o valor de F , que permite decidir se as médias são ou não iguais, a determinado nível de significância. Uma outra estatística muito utilizada após realizar a ANAVA é a utilização do Coeficiente de Variação (CV).

Para ter ideia da dispersão dos dados aplica-se o Coeficiente de Variação - CV. Se os dados estão muito dispersos são poucos precisos, isto é, quanto maior é a variância dos dados, menor é a precisão (VIEIRA, 2006). O CV é determinado pela razão entre o desvio padrão, que no caso da análise de variância é dado pela raiz quadrada do quadrado médio do erro/resíduo, e a média geral, conforme a seguinte fórmula:

$$CV = \frac{s}{\bar{G}} = \frac{\sqrt{Q.M. Resíduo}}{Média Geral}. \quad (15)$$

O conhecimento da precisão ajuda na avaliação dos resultados de um experimento (VIEIRA, 2006). Os resultados do CV são apresentados em porcentagem, multiplicando o valor obtido por 100.

Tendo em vista os coeficientes de variação obtidos comumente nos ensaios agrícolas de campo, podemos considerá-los baixos, quando inferiores a 10% ; médios, quando estão de 10 a 20%; altos, quando de 20 a 30%; muito altos, quando superiores a 30%. O coeficiente de variação é estatística útil, usada há muito tempo (GOMES, 2009).

3. O teste de Tukey

Esse teste é usado na análise de variância para testar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. Atualmente é o teste de comparação de médias de tratamento mais usado na experimentação agrônômica. É mais exato quando o número de repetições das medias dos tratamentos avaliado é igual (FERREIRA, 2006).

Quando o teste F não for significativo, é norma geral não se aplicar o teste de Tukey ou qualquer teste de comparação de médias de tratamentos (se estiver próximo da significância é aconselhável a aplicação (FERREIRA, 2006; GOMES, 1987). As seguintes hipóteses:

$$H_0: Y = 0 \text{ (tratamentos semelhantes);}$$

$$H_1: Y \neq 0 \text{ (tratamentos diferentes).}$$

Banzatto e Kronka (2006), quando as médias de tratamentos apresentam o mesmo número de repetições, sua fórmula de calcular a diferença mínima significativa, representa por Δ é a seguinte:

$$\Delta = q \frac{s}{\sqrt{r}} \quad (16)$$

Onde:

q– valor da amplitude total estudentizada, para o uso no teste de Tukey, encontrada em tabelas o qual pode ser obtido em vários livros de Estatística Experimental;

s – estimativa do desvio padrão do erro experimental, que corresponde à raiz quadrada do quadrado médio do resíduo; pode ser representado por:

$$s = \sqrt{Q.M. \text{ Resíduo}} \quad (17)$$

r – número de repetições do experimento ou da média.

De acordo com Ferreira (2006) quando as médias de tratamentos apresentam número de repetições diferentes (caso de parcelas perdidas), a fórmula do teste de tukey é a seguinte:

$$\Delta = q \sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}} \quad (18)$$

Onde:

$s^2(\hat{Y})$ – estimativa da variância da estimativa de um contraste, que dependerá do delineamento estatístico utilizado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado na Chácara Oliveira localizado a 10 km de Presidente Médici sentido Porto Velho, às margens da BR 364 no Km 22 Bandeira Branca.

Presidente Médici está localizado na Mesorregião Leste do estado de Rondônia, distante 346 km da capital Porto Velho. Geograficamente tem uma área de 1.758,461 km², com uma população de 23.249 habitantes, o município é pouco industrializado e o setor agropecuário e de serviços, são os mais importantes para a economia do município.

O município está situado a 11°10'33" Sul e 61°54'03" Oeste, e altitude de 185 m. O clima no município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo equatorial Am. Os dados de precipitação e de temperatura, durante o ano de 2015, foram registrados na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), são apresentados na Figura 1.

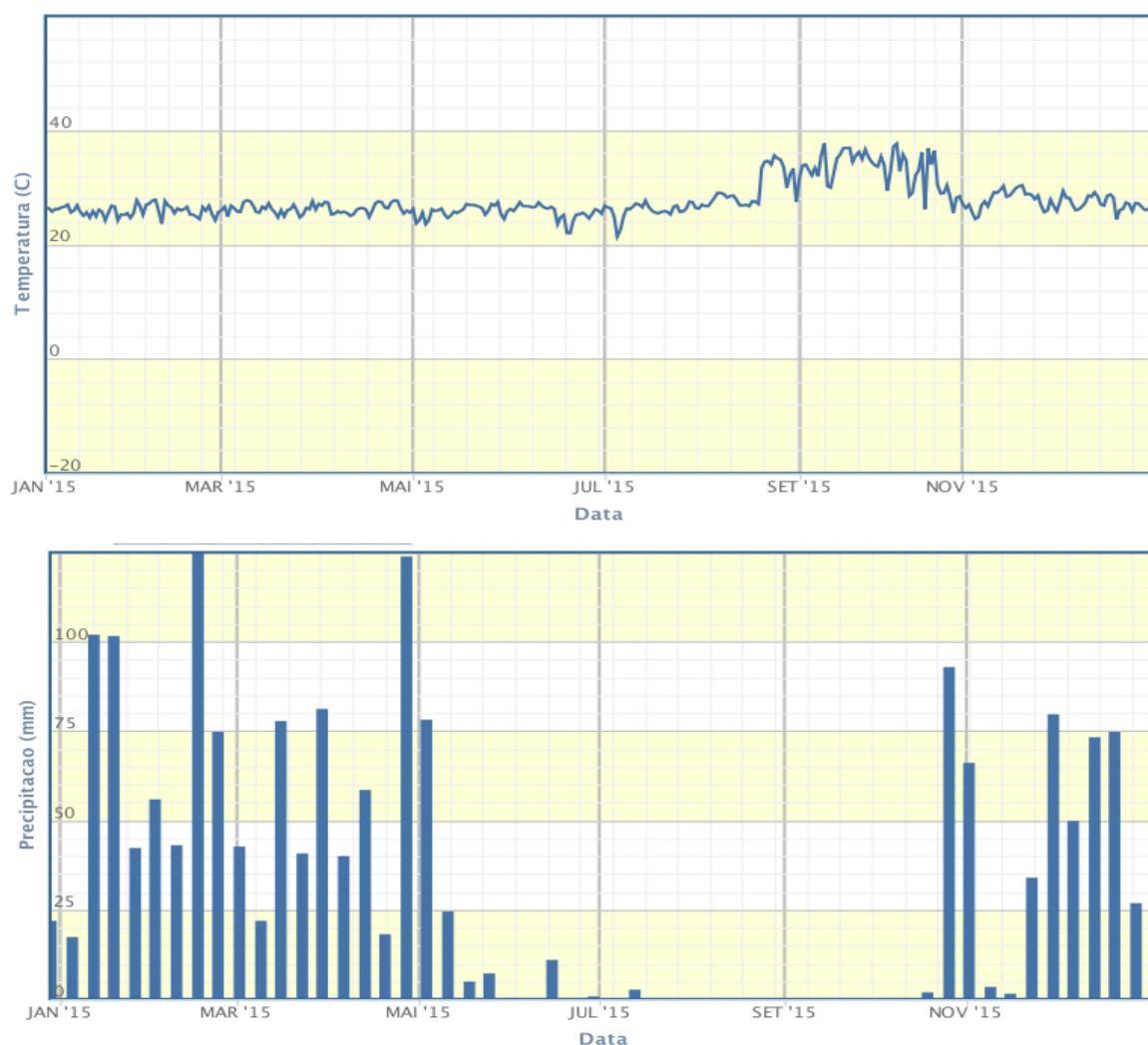


Figura 1. Temperatura pluviométrica e precipitação durante o ano de 2015.

O município de Presidente Médici tem se destacado na produção de frutas e hortaliças no estado de Rondônia, conforme dados do IBGE (2010), o município de Presidente Médici possui uma área de cultivo de citros em torno de 105ha com produção anual em torno de 747 toneladas de frutas, destinadas para o consumo in natura no estado e em estados vizinhos como Mato Grosso, Acre e Amazônia.

4.2 Delineamento experimental

Foram utilizadas as sementes da variedade do quiabeiro, o santa cruz. A área do solo utilizado para conduzir o experimento em Presidente Médici – RO no ano de 2015 pode ser vista na figura 2. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro

repetições, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial (5×2), com os fatores em função da adubação com ureia nas doses (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) de N e na dose de 20t ha⁻¹ de esterco bovino (presença e ausência).



Figura 2. Área utilizada para conduzir o experimento.

Os dez tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em quatro blocos totalizando 40 parcelas experimentais, cada parcela com espaçamento de 1,0 m x 0,5 m, sendo 4 plantas em cada cova, totalizando área de 3 m². Foram pesados nos saquinhos cada dose de nitrogênio em gramas para cada tratamento conforme na figura 3. e aplicados na planta figura 4.



Figura 3. Obtenção dos pesos de cada dose de nitrogênio. Presidente Médici – RO, 2015.



Figura 4. Aplicação das doses de nitrogênio nas plantas.

Entre os fertilizantes minerais o nitrogênio são: nitrato de sódio, sulfato de amônio, ureia, amônia anidra, cloreto de amônio e nitrato de cálcio (GOMES et al., 2000; MALAVOLTA et al., 2002) sendo que alguns fertilizantes acidificam o solo. De acordo com

Souza e Lobato (2004) a ureia tem seus efeitos menores índices de acidez do solo. O nitrogênio utilizado neste trabalho foi a ureia.

Vejamos o que representa cada um desses efeitos do tratamento, fatorial 5 x 2, com os fatores: níveis de nitrogênio (N) e esterco bovino (E), nos níveis:

Nitrogênio: N0 = sem nitrogênio
N60 = com 60 gramas de nitrogênio
N120 = com 120 gramas de nitrogênio
N180 = com 180 gramas de nitrogênio
N240 = com 240 gramas de nitrogênio

Esterco bovino:
E0 = sem esterco bovino
E1 = com esterco bovino

Tabela 7 - Descrição dos tratamentos usados no experimento.

Tratamento		Descrição
1	E0N0	Sem esterco + sem nitrogênio
2	E0N60	Sem esterco + nitrogênio no nível 60
3	E0N120	Sem esterco + nitrogênio no nível 120
4	E0N180	Sem esterco + nitrogênio no nível 180
5	E0N240	Sem esterco + nitrogênio nível 240
6	E1N0	Com esterco + sem nitrogênio
7	E1N60	Com esterco + nitrogênio no nível 60
8	E1N120	Com esterco + nitrogênio no nível 120
9	E1N180	Com esterco + nitrogênio no nível 180
10	E1N240	Com esterco + nitrogênio nível 240

O experimento fatorial 5 x 2 foram casualizado em 4 blocos na seguinte forma conforme tabela abaixo.

Tabela 8 - Croqui do delineamento em blocos casualizado no esquema fatorial.

E1N240	E1N120	E0N60	E0N240
E1N180	E0N180	E1N60	E1N120
E1N60	E1N180	E1N120	E1N60
E0N120	E0N240	E0N240	E0N0
E0N0	E0N60	E0N180	E0N120
E0N180	E1N240	E1N0	E1N0
E0N60	E1N60	E0N120	E1N180
E1N120	E0N120	E1N180	E0N180
E0N240	E1N0	E0N0	E0N60
E1N0	E0N0	E1N240	E1N240

4.3 Condução da pesquisa

Foram recolhidas amostras para análise de solo e realizada, cujas principais características químicas do solo (Tabela 9) da área experimental são:

Tabela 9 - Análise de solo da área de estudo.

Amostra	pH em água	pH em SMP	P	K	Ca	Mg	H+Al	Argila
01	6,42	5,61	4,09	0,24	1,0	1,7	1,2	164,5

De acordo com as análises de solo não foi preciso a aplicação de corretivo o calcário. O preparo do solo constou de aração e gradagem, onde foram abertas covas de 20x20x20 cm.

O plantio foi realizado após 7 dias depois da adubação de esterco bovino, por meio de semeadura manual distribuindo-se quatro sementes por cova, realizando-se desbaste para duas plantas 15 dias após a semeadura. Quando necessário, foram realizados os tratos culturais tais como capinas manual, com auxílio de enxadas, procurou-se manter a cultura limpa de plantas daninhas.

4.4 Característica avaliada

4.4.1 Comprimento de frutos

O comprimento do fruto foi determinado pela medição de dez frutos de cada tratamento com auxílio de uma trena métrica.



Figura 5. Ilustração da coleta do comprimento dos frutos do quiabeiro.

4.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos na análise de variância (ANOVA), para o teste de medias foi usado entres eles, o teste Tukey 5 % de probabilidade. Utilizou o Excel 2010 para

tabulação dos dados. As análises de pressupostos dos resíduos utilizou o teste de Bartlett para a homogeneidade das variâncias, para teste de normalidade aplicou-se o Shapiro-Wilk essas análises foram realizadas no software R 3.3., a análise de variância (ANOVA) foi desenvolvido passo a passo conforme as fórmulas definidas anteriormente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 10 mostra os comprimentos em cm dos frutos com medias variando de 10,95 a 15 cm as somas de quadrados foram obtidas empregando as formulas presentes neste trabalho (item 2.6.2).

Tabela 10 - Dados de comprimento de quiabo em cm.

Tratamentos	Blocos				Totais	Medias	Var
	1	2	3	4			
E0N0	11,3	10,6	11,1	10,8	43,8	10,95	0,096667
E0N60	12,6	12,3	12,9	12,1	49,9	12,475	0,1225
E0N120	13	13,8	13,9	14	54,7	13,675	0,209167
E0N180	14,3	14,6	14,9	14,5	58,3	14,575	0,0625
E0N240	13,9	14,1	14,4	13,7	56,1	14,025	0,089167
E1N0	14,8	15,2	15	15,1	60,1	15,025	0,029167
E1N60	15,6	15,4	16	16,3	63,3	15,825	0,1625
E1N120	14,7	15,2	15,6	14,5	60	15	0,246667
E1N180	12,9	13,4	13,1	13	52,4	13,1	0,046667
E1N240	12,3	12	11,8	11,6	47,7	11,925	0,089167
Totais	135,4	136,6	138,7	135,6	546,3		

Conforme na figura 6 apresenta o gráfico de caixas (box plot) para cada nível de variável tratamento e comprimento, observa que as caixas estão na mesma variabilidade, pois visivelmente os dados dos tratamentos são normalmente distribuídos, para isso foi aplicado o teste de normalidade.

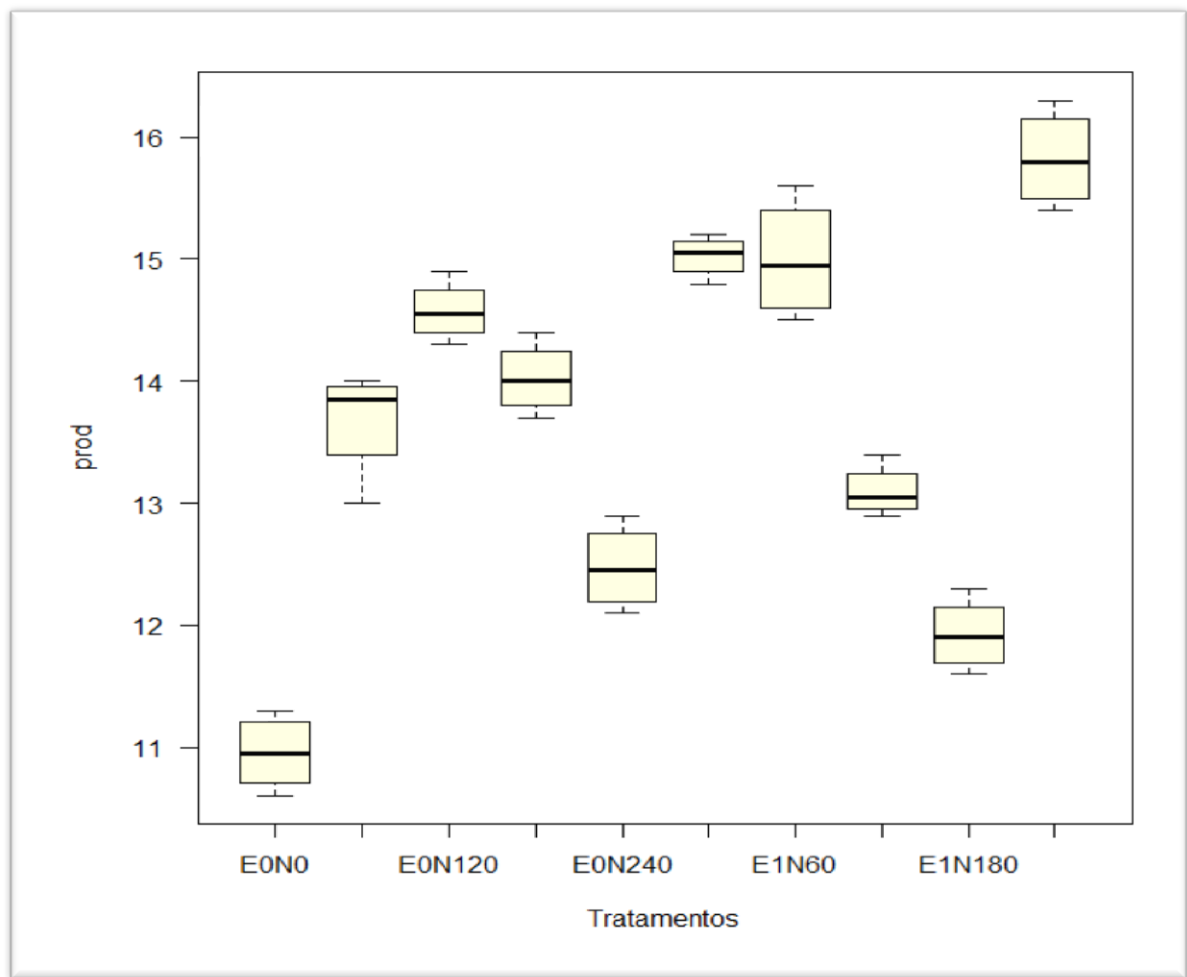


Figura 6. Boxplot dos tratamentos do quiabo.

Conforme a Figura 7 verifica-se que os dados se concentram sobre a reta no gráfico Q-Q plot, indicando um forte indicio de que os resíduos tem normalidade, ou seja, o que pode ser comprovado pelo teste de Shapiro-Wilk com um p-valor de 0.9449 mostrando que os resíduos do modelo proposto seguem uma distribuição normal com $p > 0.05$.

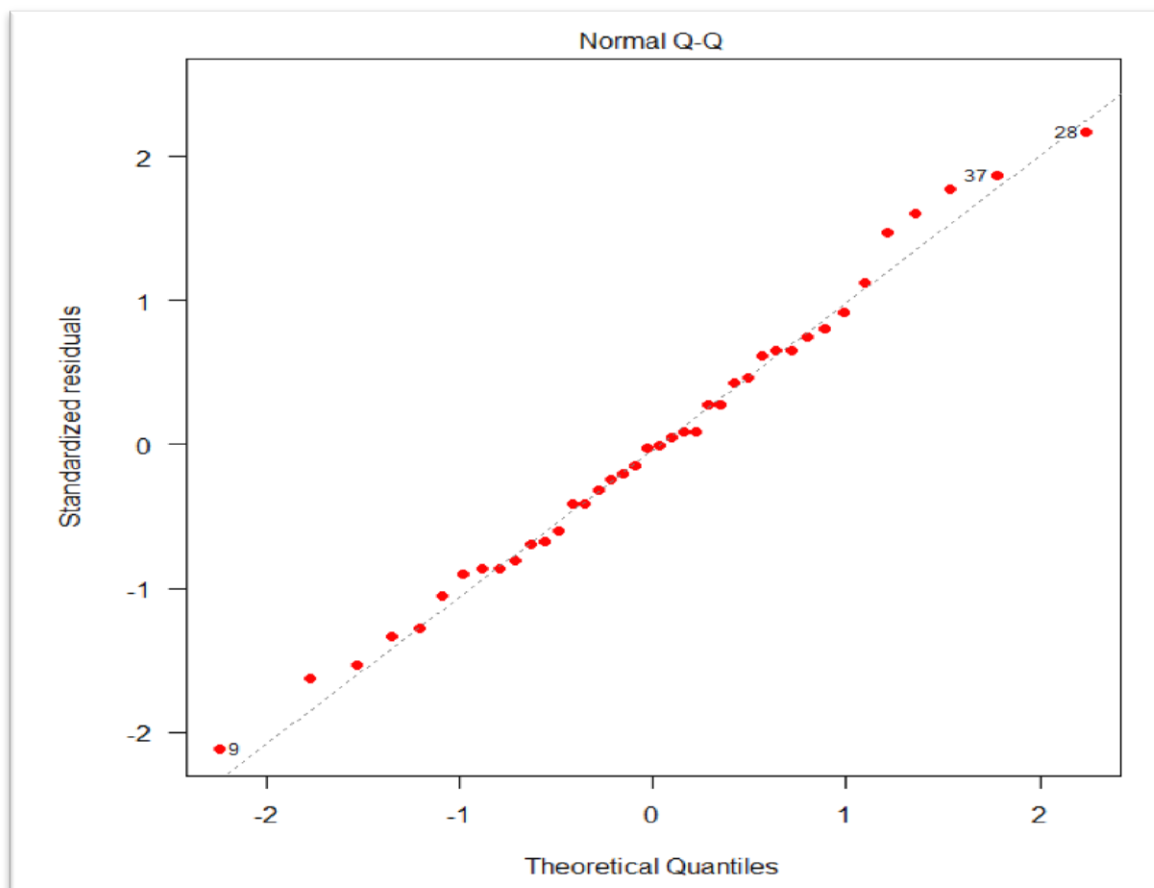


Figura 7. Gráfico do teste de normalidade Shapiro – Wilk.

Conforme a figura 8 observa-se que os dados estão distribuídos aleatoriamente abaixo e acima da linha, para obter uma confirmação se as variâncias são homogêneas utilizou-se o teste de Bartlett de homogeneidade de variâncias. Obtendo um p-valor de 0.8432, ou seja, não rejeita a hipótese de nulidade de que as variâncias não diferem e o pressuposto de homogeneidade é atendido.

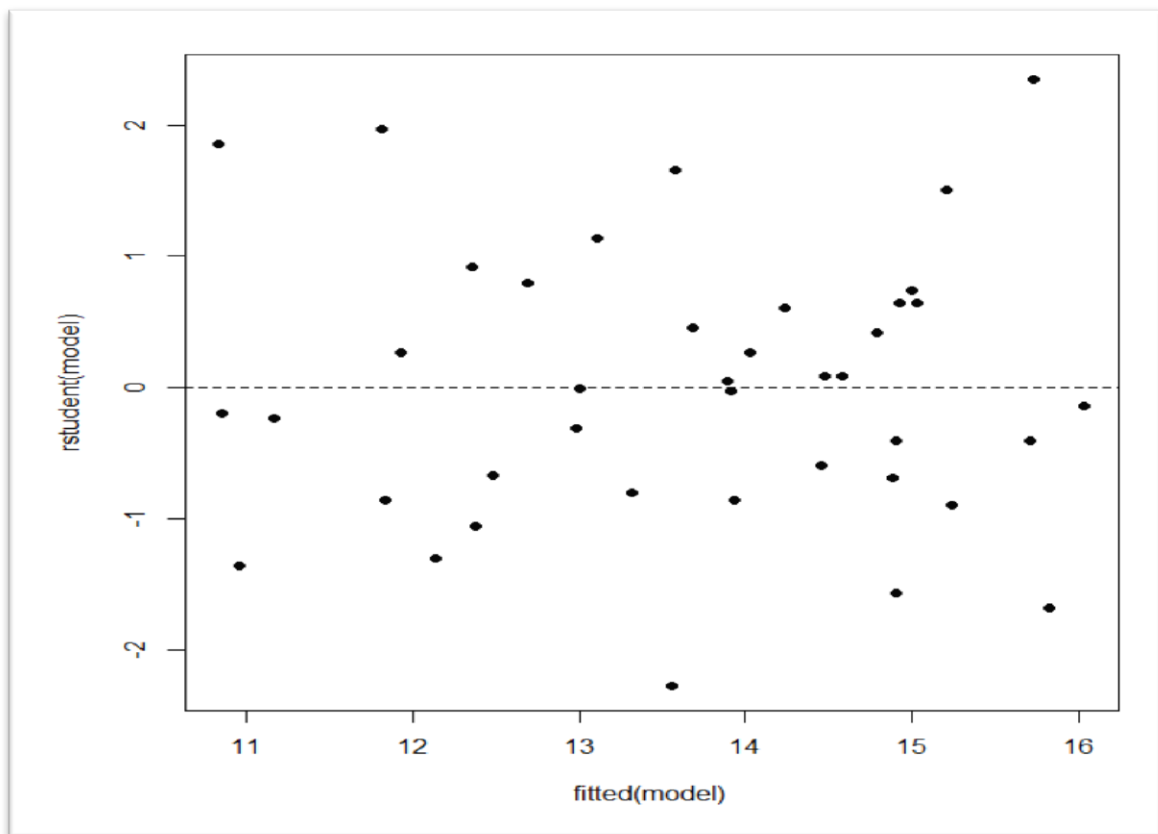


Figura 8. Teste Bartlett de homogeneidade de variâncias.

$$C = \frac{G^2}{IJ} = \frac{546,3^2}{10 \times 4} = 7461,09$$

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij}^2 - C$$

$$SQ_{Total} = (11,3^2 + 10,6^2 + \dots + 11,6^2) - C = 7550,11 - 7461,09 = 89,02$$

$$SQ_{Tratamento} = \frac{1}{J} \sum_{i=1}^I T_i^2 - C$$

$$SQ_{Tratamento} = \frac{1}{4} (43,8^2 + 49,9^2 + \dots + 47,7^2) - C = 7546,65 - 7461,09 = 85,56$$

$$SQ_{Blocos} = \frac{1}{I} \sum_{j=1}^J B_j^2 - C$$

$$SQ_{\text{Blocos}} = \frac{1}{10} (135,4^2 + 136,6^2 + 138,7^2 + 135,6^2) - C = 7461,78 - 7461,09 = 0,687$$

$$SQ_{\text{Resíduos}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Tratamentos}} - SQ_{\text{Blocos}}$$

$$SQ_{\text{Resíduos}} = 89,02 - 85,56 - 0,687 = 2,773$$

As hipóteses para testá-lo os tratamentos são:

H₀: as diferentes formas de aplicação de adubo possuem efeitos semelhantes sobre o comprimento dos furtos.

H₁: as diferentes formas de aplicação de adubo possuem efeitos diferentes sobre o comprimento dos furtos.

A tabela 11 apresenta a análise de variância (ANOVA) do comprimento médio dos quiabos em cm, a qual apresentou diferenças significativas com $F_C > F_{\text{tab}}$ de 1% e a 5% de probabilidade, para os tratamentos estudados, porém não houve diferença significativa para os blocos.

Tabela 11 - Análise de variância para o comprimento médio de frutos em função de doses de N na presença e na ausência de esterco bovino.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F 5%	F 1%
Tratamentos	9	85,56	9,51	92,33 ^{**}	2,25	3,15
Blocos	3	0,687	0,229	2,22 ^{NS}		
Resíduo	27	2,773	0,103			
Total	39	89,02				

.** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns Não-significativo.

A Tabela 12 mostra o procedimento do desdobramento dos 9 graus de liberdade dos tratamentos para estudar os fatores do efeito 01 níveis de nitrogênio – 5 níveis e efeito 01 níveis esterco – 2 níveis esterco. Os números de vermelho dentro dos parênteses referem-se ao número de parcelas que foram somadas para originar o número apresentado na tabela. O fator de correção (C) continuou sendo o mesmo, uma vez que estamos trabalhando com todas as parcelas do experimento. Os valores internos do quadro auxiliar são a soma de 4 parcelas (repetição do experimento). Desta forma, os totais para os níveis de nitrogênio e para os níveis de esterco são de 8 parcelas para nitrogênios e 20 parcelas para esterco.

Tabela 12 - Procedimento do desdobramento dos 9 graus de liberdade dos tratamentos para estudar os fatores do efeito 01 níveis de nitrogênio – 5 níveis e efeito 01 níveis esterco – 2 níveis esterco.

	N ₀	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₁₈₀	N ₂₄₀	Totais de Esterco
E ₀	43,8(4)	49,9(4)	54,7(4)	58,3(4)	56,1(4)	262,8(20)
E ₁	60,1(4)	63,3(4)	60(4)	52,4(4)	47,7(4)	283,5(20)
Totais de N	103,9 (8)	113,2 (8)	114,7 (8)	110,7 (8)	103,8 (8)	546,3 (40)

$$SQ_{\text{Esterco}} = \frac{1}{20} (262,8^2 + 283,5^2) - c = 7471,804 - c = 10,71$$

$$SQ_{\text{Nitrogênio}} = \frac{1}{8} (103,9^2 + 113,2^2 + 114,7^2 + 110,7^2 + 103,8^2) - c = 7474,308 - c = 13,22$$

$$SQ_{\text{Interações nitrogênio x esterco}} = SQ_{\text{Tratamento}} - SQ_{\text{Nitrogenio}} - SQ_{\text{Esterco}}$$

$$SQ_{\text{Interações nitrogênio x esterco}} = 85,56 - 13,22 - 10,71 = 61,63$$

Na tabela 13 mostra que houve diferenças significativas entre as interações com $F_{c>tab}$ ao nível de 5% e 1% de probabilidade, ou seja, os efeitos das doses nitrogênio dependem do esterco bovino utilizado e, portanto os efeitos do esterco bovino dependem das doses de nitrogênio utilizado.

Tabela 13 - Análise de variância do desdobramento dos efeitos dos fatores.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F	F 5%	F 1%
Tratamento	9	85,56	9,51	92,33**	2,25	3,15
Resíduo	27	2,773	0,103			
Nitrogênio	4	13,22	3,305	32,08**	2,73	4,11
Esterco	1	10,71	10,71	103,98**	4,21	7,68
Nit. X Est.	4	61,63	15,407	149,58**	2,73	4,11
Total	39	89,02				

** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade.

Então foi procedido o desdobramento de nitrogênio dentro esterco e esterco dentro de nitrogênio, sendo que no quadro auxiliar para esterco temos 5 níveis , e para cada níveis de

nitrogênio temos 2 níveis de esterco. Os cálculos dos graus de liberdade foram realizados para cada nível de nitrogênio e esterco.

$$\text{GL de esterco dentro de N0} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{GL de esterco dentro de N60} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{GL de esterco dentro de N120} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{GL de esterco dentro de N180} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{GL de esterco dentro de N240} = 2 - 1 = 1$$

$$\text{GL de níveis de nitrogênio dentro de Esterco (sem)} = 5 - 1 = 4$$

$$\text{GL de níveis de nitrogênio dentro de Esterco (com)} = 5 - 1 = 4$$

Na tabela 14 observa que apenas a linha do quadrado que recebeu o tratamento nível N0 com e sem esterco, para realizar o cálculo da soma de Quadrado de Esterco dentro do nível N0, neste caso o fator de correção será calculado de N0.

Tabela 14 - Tratamento com N0 com sem esterco.

	Com esterco	Sem esterco	Soma N0
N0	63,3(4)	49,9(4)	113,2 (8)

$$C = \frac{103,9^2}{8} = 1349,401$$

$$SQN0 = \frac{1}{4} (60,1^2 + 43,8^2) - \frac{103,9^2}{8} = 1382,612 - C = 33,211$$

Na tabela 15 observa que apenas a linha do quadrado que recebeu o tratamento nível N60 com e sem esterco, para fazer o cálculo da soma de Quadrado de Esterco dentro do nível N60, neste caso o fator de correção será calculado de N60.

Tabela 15 -. Tratamento nível N60 com e sem esterco.

	Com esterco	Sem esterco	Soma N60
N60	63,3(4)	49,9(4)	113,2(8)

$$C = \frac{113,2^2}{8} = 1601,78$$

$$SQN60 = \frac{1}{4} 63,3^2 + 49,9^2 - \frac{113,2^2}{8} = 1624,22 - c = 22,445$$

Na tabela 16 verifica que apenas a linha do quadrado que recebeu o tratamento nível N120 com e sem esterco, para o calculo da soma de Quadrado de Esterco dentro do nível N120, neste caso o fator de correção será calculado de N120.

Tabela 16 - Tratamento nível N120 com e sem esterco.

	Com esterco	Sem esterco	Soma N120
N120	60 (4)	54,7 (4)	114,7 (8)

$$c = \frac{114,7^2}{8} = 1644,511$$

$$SQN120 = \frac{1}{4} 60^2 + 54,7^2 - \frac{114,7^2}{8} = 1648,022 - c = 3,511$$

Na tabela 17 observa que apenas a linha do quadrado que recebeu o tratamento nível N180 com e sem esterco, para efetuar o calculo da Soma de Quadrado de Esterco dentro do nível N180, neste caso o fator de correção será calculado de N180.

Tabela 17 - Tratamento nível N180 com e sem esterco.

	Com esterco	Sem esterco	Soma N180
N180	52,4(4)	58,3(4)	110,7(8)

$$C = \frac{110,7^2}{8} = 1531,81$$

$$SQN180 = \frac{1}{4} 52,4^2 + 58,3^2 - \frac{110,7^2}{8} = 1536,16 - c = 4,35$$

Na tabela 18 observa que apenas a linha do quadrado que recebeu o tratamento nível N240 com e sem esterco, para realizar o calculo da Soma de Quadrado de Esterco dentro do nível N240, portanto neste caso o fator de correção será calculado de N240.

Tabela 18 - Tratamento nível N240 com e sem esterco.

	Com esterco	Sem esterco	Soma N240
N240	47,7 (4)	56,1 (4)	103,8 (8)

$$C = \frac{103,8^2}{8} = 1355,625$$

$$SQN240 = \frac{1}{4}47,7^2 + 56,1^2 - \frac{103,8^2}{8} = 1355,625 - c = 8,82$$

A tabela 19 apresenta o tratamento esterco nos níveis de N (0, 60, 120, 180, 240). Para o cálculo da soma de Quadrado de N dentro de Esterco (sem), obteve o calculo de fator de correção de esterco.

Tabela 19 -. Tratamento (sem) esterco N60 nos níveis nitrogênio.

	N0	N60	N120	N180	N240	Total esterco
Sem esterco	43,8 (4)	49,9 (4)	54,7 (4)	58,3 (4)	56,1 (4)	262,8 (20)

$$C = \frac{262,8^2}{20} = 3453,192$$

$$SQNxd. d. esterco = \frac{1}{4}43,8^2 + 49,9^2 + 54,7^2 + 58,3^2 + 56,1^2 - \frac{262,8^2}{20} = 3486,66 - c = 33,468$$

Na tabela 20 observa que se utilizou como tratamento esterco nos níveis de N (0, 60, 120, 180, 240). Para o calculo da Soma de Quadrado de N dentro de Com Esterco realizou o fator de correção de esterco.

Tabela 20 - Tratamento (com) esterco nos níveis de nitrogênio.

	N0	N60	N120	N180	N240	Total Esterco
Com esterco	60,1 (4)	63,3 (4)	60(4)	52,4 (4)	47,7 (4)	283,5 (20)

$$C = \frac{283,5^2}{20} = 4018,61$$

$$\text{SQN. d. Esterco} = \frac{1}{4}60,1^2 + 63,3^2 + 60^2 + 52,4^2 + 47,7^2 - \frac{283,5^2}{20} = 4059,98 - c$$

$$= 41,377$$

Na tabela 21, pode-se observar que houve diferença significativa da interação entre os efeitos da aplicação de níveis com diferentes doses de nitrogênio e o uso do esterco bovino na ausência ou presença (20 t ha⁻¹), ao nível de 5 % e 1% de probabilidade. O coeficiente de variação foi de baixa precisão com 0.235%.

Tabela 21 - Análise de variância do desdobramento.

Causa Variação	GL	SQ	QM	F	F 5%	F 1%
Tratamento	9	85,562	9,51	92,33**	2,25	3,15
Resíduo	27	2,773	0,103			
Nitrogênio	4	13,22	3,305	32,08**	2,73	4,11
Esterco	1	10,71	10,71	103,98**	4,21	7,68
Nitrogênio x esterco	1	61,63	15,407	149,58**	2,73	4,11
Esterco d. N0	1	33,211	33,211	322,43**	4,21	7,68
Esterco d. N60	1	22,445	22,445	217,86**	4,21	7,68
Esterco d. N120	1	3,511	3,511	34,07**	4,21	7,68
Esterco d. N180	1	4,35	4,35	42,23**	4,21	7,68
Esterco d. N240	1	8,82	8,82	85,63**	4,21	7,68
N d. Esterco(sem)	4	33,468	33,468	81,23**	2,73	4,11
N d. Esterco(com)	4	41,377	41,377	100,38**	2,73	4,11
Total	39	89,02				

** e * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade.

$$CV = \frac{s}{\bar{G}} = \frac{\sqrt{Q.M \text{ Resíduo}}}{\text{Média Geral}}$$

$$CV = \frac{\sqrt{0,103}}{136.575} = 0.235\%$$

Conforme Banzatto e Kronka (2006) utiliza-se a seguinte fórmula para calcular a DMS

$$DMS = q \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

$$q(10; 27; 0,05) = 4,10$$

$$S^2 = QM_{\text{Residuo}} = 0,103$$

$$r = \text{numero de repetições} = 4$$

$$DMS = 4,88 \sqrt{\frac{0,103}{4}} = 0,78$$

A tabela 22 apresenta as médias dos níveis de nitrogênio que não receberam esterco.

Tabela 22 -. Médias do tratamento.	
Tratamento	Sem esterco
N ₀	10,95
N ₆₀	12,475
N ₁₂₀	13,675
N ₁₈₀	14,575
N ₂₄₀	14,025

Na tabela 23 observa que as médias dos níveis de nitrogênio que não receberam esterco estão em ordem decrescentes.

Tabela 23 - Médias em ordem decrescente.	
Tratamento	Sem esterco
N ₁₈₀	14,575
N ₂₄₀	14,025
N ₁₂₀	13,675
N ₆₀	12,475
N ₀	10,95

$$Y_1 = M_4 - M_5 = 14,575 - 14,025 = 0,55^{ns}$$

$$Y_2 = M_4 - M_3 = 14,575 - 13,675 = 0,9^*$$

$$Y_3 = M4 - M2 = 14,575 - 12,475 = 2,1^*$$

$$Y_4 = M4 - M1 = 14,575 - 10,95 = 3,62^*$$

$$Y_5 = M5 - M3 = 14,025 - 13,675 = 0,35^{ns}$$

$$Y_6 = M5 - M2 = 14,025 - 12,475 = 1,55^*$$

$$Y_7 = M5 - M1 = 14,025 - 10,95 = 3,075^*$$

$$Y_8 = M3 - M2 = 13,675 - 12,475 = 1,2^*$$

$$Y_9 = M3 - M1 = 13,675 - 10,95 = 2,725^*$$

$$Y_{10} = M2 - M1 = 12,475 - 10,95 = 1,525^*$$

A tabela 24 apresenta as médias dos tratamentos dos níveis de nitrogênio que receberam esterco.

Tabela 24 - Medias do tratamento.	
Tratamento	Com esterco
N ₀	15,025
N ₆₀	15,825
N ₁₂₀	15
N ₁₈₀	13,1
N ₂₄₀	11,925

Na tabela 25 pode-se observar que as medias dos níveis de tratamento de nitrogênio que receberam esterco estão em ordem decrescente.

Tabela 25 - Media em ordem decrescente.	
Tratamento	Com esterco
N ₆₀	15,825
N ₀	15,025
N ₁₂₀	15

N ₁₈₀	13,1
N ₂₄₀	11,925

$$Y_{11} = M2 - M1 = 15,825 - 15,025 = 0,8^*$$

$$Y_{12} = M2 - M3 = 15,825 - 15 = 0,825^*$$

$$Y_{13} = M2 - M4 = 15,825 - 13,1 = 2,725^*$$

$$Y_{14} = M2 - M5 = 15,825 - 11,925 = 3,9^*$$

$$Y_{15} = M1 - M3 = 15,025 - 15 = 0,025^{ns}$$

$$Y_{16} = M1 - M4 = 15,025 - 13,1 = 1,925^*$$

$$Y_{17} = M1 - M5 = 15,025 - 11,925 = 3,1^*$$

$$Y_{18} = M3 - M4 = 15 - 13,1 = 1,9^*$$

$$Y_{19} = M3 - M5 = 15 - 11,925 = 3,075^*$$

$$Y_{20} = M4 - M5 = 13,1 - 11,925 = 1,175^*$$

Pode ser observado na a tabela 26 que o maior comprimento de fruto com 15, 825 cm, foi obtido com o tratamento nas doses de N 60kg ha⁻¹ com a presença de esterco bovino. Conforme Foloni e Zanin (1993) que afirmam que os limites para os comprimentos dos frutos estão entre 11 e 15 cm. Pode-se concluir que nos níveis de doses de nitrogênio 60kg ha⁻¹ com a presença de esterco bovino tiveram diferença significativa em relação ao tratamento nitrogênio 0kg ha⁻¹ com esterco. Nas doses de nitrogênio 240kg ha⁻¹ com esterco, houve diferença significativa em relação a doses N0kg ha⁻¹ na ausência de esterco bovino.

Conforme tabela 26, pode-se verificar que nas doses de N0kg ha⁻¹ com ausência de esterco obtiveram menor comprimento de fruto. Neste sentido, o comprimento dos frutos sofre efeitos da fertilização nitrogenada. De acordo com (PEDROSA et al., 1983), umas das características é o comprimento do fruto relacionado com o valor comercial do quiabeiro.

Tabela 26 - Comprimento médio de quiabo (cm).

Tratamentos	Medias	M
E ₁ N ₆₀	15,825	a
E ₁ N ₀	15,025	b
E ₁ N ₁₂₀	15	b
E ₀ N ₁₈₀	14,575	b c
E ₀ N ₂₄₀	14,025	c d
E ₀ N ₁₂₀	13,675	d e
E ₁ N ₁₈₀	13,1	e f
E ₀ N ₆₀	12,475	f g
E ₁ N ₂₄₀	11,925	g
E ₀ N ₀	10,950	h

De acordo com Oliveira et al (2003) *apud* Carnicelli et al. (2000) as doses de nitrogênio mais elevadas podem ser decorrentes dos efeitos tóxico do amônio reduzindo a absorção de outros cátions provindo do sulfato de amônio, ou seja, afetando na produção de frutos comerciais. Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p > 0,05$).

Conforme na figura 9, pode-se observar que a interação de elevadas doses de nitrogênio com a presença de esterco bovino, não correspondeu com crescimento dos frutos, conforme aumenta as doses de N com esterco bovino, diminui o comprimento médios dos frutos em cm, ou seja, o uso de doses elevadas torna-se a planta tóxica tendo desequilíbrio na qualidade do fruto, podemos analisar que nas doses de 60 kg ha⁻¹ de N fertilizante de ureia com esterco bovino se torna viável na economia para o produtor.

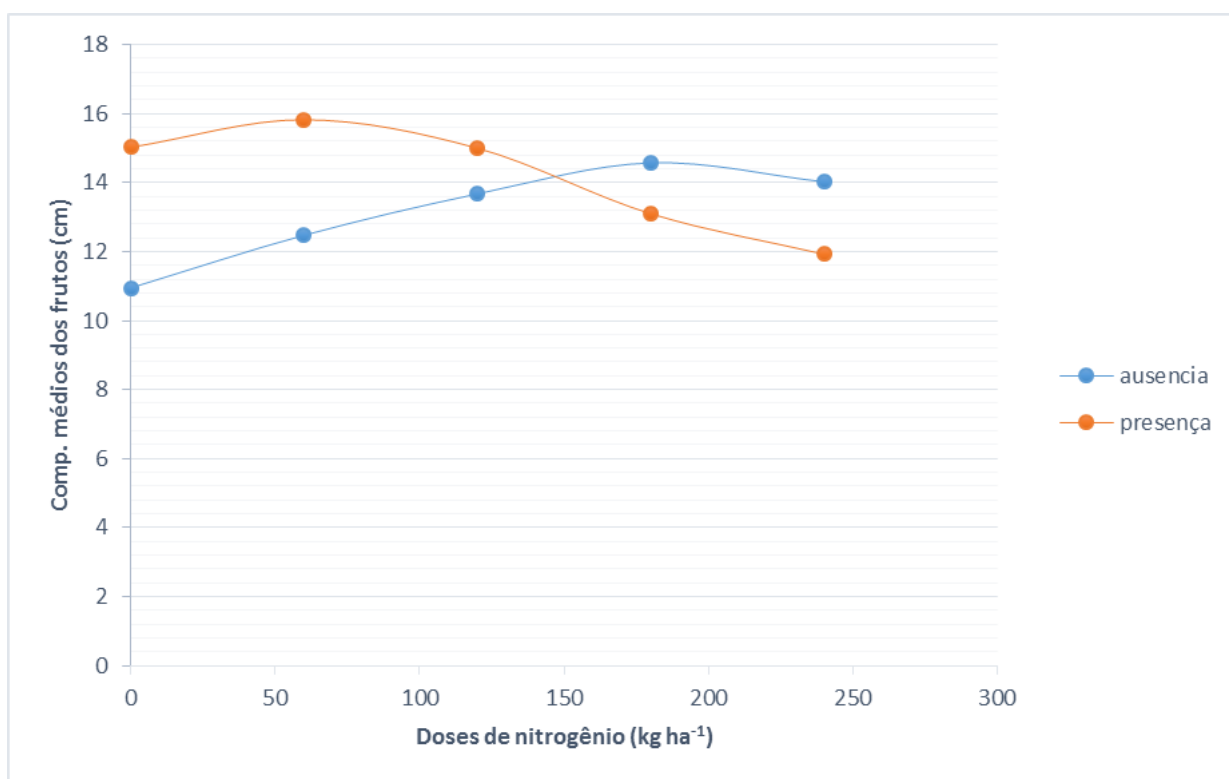


Figura 9. Comprimento médio dos frutos em função de doses de N na presença e ausência de esterco bovino.

Nas doses de N 240 kg ha⁻¹ na presença de esterco, não obteve grandes resultados em relação ao comprimento médio dos frutos, sendo de 11,925 cm. Estudo realizado por Oliveira et al (2003), verificou que o comprimento dos frutos de quiabo mais elevado foi de 14 cm na dose de 200 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) com ausência de esterco bovino. Na figura 4 observa-se que na dose de 180 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) sem a presença de esterco bovino (20t ha⁻¹), teve melhor resposta com comprimentos médios de 14,575 cm.

Portanto o excesso de nitrogênio afeta no desenvolvimento vegetativo exuberante detrimento da produção de tubérculos ou raízes de algumas plantas (FILGUEIRA, 2000). De uma forma geral, pode-se dizer que há uma baixa produtividade de frutos ou com folhas suculentas e suscetível a doenças (RAIJ, 1991). Para (MELO et al., 2000), o uso de esterco bovino está relacionado aos efeitos imediatos no solo, obtendo umas das vantagens proporcionando economia de fertilizante. (TRANI, et al., 2008b, MELO et al., 2001) afirma que o produtor deve-se evitar o uso excessivo de insumos orgânicos de origem vegetal e animal o que pode dificultar no desenvolvimento da planta e nas colheitas.

Conforme (TEJADA et al., 2008) a aplicação de esterco bovino é uma forma de melhoramento das propriedades físicas do solo, proporcionando maior areação, infiltração e

retenção de água, a planta terá maiores obtenção de nutriente, e acarretando o acúmulo de N orgânico e acrescer o potencial de mineralização.

Contudo, o suprimento de nitrogênio via adubação é importante, por ser umas das grandes exigências pelas hortaliças, provenientemente seu suprimento é como uma forma de complementação nos solos, a partir da mineralização de matérias orgânicas, mesmo sendo fornecido uma fonte orgânica considerada baixa em relação às necessidades das plantas (FILGUEIRA, 2008). Portanto o uso de adubação nitrogenada e esterco bovino contribui na qualidade do desenvolvimento da planta.

6. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos no estudo, o tratamento nas doses de 60 kg ha⁻¹ de N fertilizante de ureia com esterco bovino apresentou diferença significativa. Torna-se viável na economia para o produtor, sem que precise utilizar doses elevadas de nitrogênio para boa qualidade de fruto sendo rentável na comercialização nos mercados, feiras e varejistas.

Leva-se em consideração a importância da cultura do quiabo para a região norte e, principalmente, para o estado de Rondônia, torna-se importante iniciarem-se trabalhos de pesquisa que visem gerar informações recomendada de uso de cultivares e adubações, permitindo aos produtores da agricultura familiar maiores desempenho na produtividade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.237p.

BARBIN, D. **Planejamento e Análise Estatística de Experimentos Agronômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208p.

BRITO, V. R. et. al. **Estudo das ações dos agricultores do cone sul do estado de Rondônia no cultivo de hortaliças**. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/XI-041.pdf>> consultado em: 10 de abril 2016.

CARNELOSSI, M. A. G. et al. Determinação das etapas do processamento mínimo de quiabo. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 04, p. 970-975, 2005.

CARNICELLI, J..H. et al. Índice de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, Suplemento, p.808-810, 2000.

Dicionário da Priberam da língua Portuguesa. Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/planejamento>> consultado em: 17 de maio 2017.

DUARTE J.B. **Princípios sobre delineamentos em experimentação agrícola**. Universidade Federal de Goiás, 1996.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ª ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, Viçosa: UFV, 2008.

FOLONI, E.F.; ZANIN, C.W. Classificação dos frutos do quiabeiro em ensaios de competição de cultivares. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.11, n.2, p.162, 1993.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**.11.ed.Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 1985.

GOMEZ, K. A. & GOMEZ, A. A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2. Ed. Nova York, Jhon Wiley & Sons. 680 p. 1984.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Assentamento exporta quiabo para a Europa. Disponível em: <<http://www.justica.sp.gov.br/Noticia.asp?Noticia=1277>>. Acesso em: 10 maio 2008.

GUIRRA NET RURAL. Culturas de A a Z: quiabo. Disponível em: <<http://www.guirra.com.br/az/quiabo.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2005>.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Área e Produção dos Principais Produtos da Agropecuária no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>>. Acesso em 10 mai. 2008.

LANA, M. M. SANTOS, F. F.; LUENGO, R. F. A.; TAVARES, A. A.; MELO, M. F.; MATOS, M. J. L.F. **Embrapa Hortaliças. Hortaliças: quiabo.** Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/quiabo.htm>. Consultado em: 12 jun.. 2012.

LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes – 2ª ed., ver. eampl. –Piracicaba, SP: POTAFOS, 1998.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas, tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 121, p.1-10, 2008.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel. p. 200, 2002.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. Horticultura Brasileira, v. 18, p. 67-81, Suplemento 2000.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments.** 8th ed. 2012. ISBN 0-471-31649-0.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura: Melhoramento Genético do Quiabeiro.** Viçosa: UFV, 2000. 144 p.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PORTO, M. L. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.265-268, 2003.

PEDROSA, J.F. et al. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro. Horticultura Brasileira, Brasília, v.1, n.1, p.14-23, 1983.

PIRES, A. A.; MONNERAT, H. P.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Fertilização verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico. Comunicado Técnico 54, 2002. Embrapa Agrobiologia - Seropédica, p. 1-4.

SOUZA, R. A. M. Mudanças no consumo e na distribuição de alimentos: O caso da distribuição de hortaliças de folhas na cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, - Campinas - SP 2005. 133p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCIA MARTINEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different Green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, v. 99, 1 p. 758–1767, 2008.

TRANI, P. E. ; TERRA, M. M. ; TECCHIO, M. A. ; TEIXEIRA, L. A. J. ; HANASIRO, J.. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. Uberlândia: Campo Negócios HF.** 2008a. Informações técnicas

VIEIRA, S. **Análise de variância: (ANOVA) / Sonia vieira.** – São Paulo: Atlas, 2006.

VIEIRA, S. **Estatística experimental.** 2.ed. – São Paulo: Atlas, 1999.